

## Keysight Technologies

Обеспечение высокоточных СВЧ измерений с помощью правильно выбранных принадлежностей для тестирования

Рекомендации  
по применению

## Обзор

Принадлежности для ВЧ и СВЧ тестирования, начиная с аттенюаторов, ограничителей и ответвителей, и заканчивая коммутаторами и усилителями, играют ключевую роль при создании контрольно-измерительной системы. Наличие принадлежностей для тестирования в комплекте контрольно-измерительных приборов позволяет упростить создание измерительных схем и максимально использовать возможности этих приборов. Применение высококачественных контрольно-измерительных приборов и принадлежностей позволяет расширить охват ВЧ приложений, поэтому очень важно правильно выбирать принадлежности для систем тестирования.

## Проблема

Для ВЧ и СВЧ приложений становятся нормой всё более строгие спецификации, поэтому для получения корректных и воспроизводимых результатов необходима прецизионная точность измерений. Решить эту проблему помогают правильно выбранные принадлежности для тестирования. Неправильный выбор принадлежностей приводит к ослаблению сигнала в измерительной цепи, в результате чего ее состав и настройка становятся более сложными, а возможности по выполнению измерений ограничиваются. Правильно выбрав принадлежности соответствующего качества, вы сможете повысить эффективность и степень автоматизации системы тестирования. Надежная и оптимизированная по составу измерительная схема обеспечит максимальную точность СВЧ измерений.

## Решение

Чтобы правильно выбрать принадлежности для тестирования, следует четко знать, для решения какой задачи они будут использоваться. Ниже перечислены наиболее часто используемые принадлежности и основные области их применения.

### Принадлежность для тестирования:

Электромеханическое реле

### Применение:

Повышение эффективности тестирования В схемах с маршрутизацией сигналов электромеханические реле позволяют выполнять несколько измерений без изменения точки подключения. Возможность проверки нескольких тестируемых устройств (ТУ) с помощью одного измерительного прибора или выполнения нескольких типов измерений для одного ТУ позволяет повысить пропускную способность системы тестирования.

При выборе электромеханического реле инженеры должны:

- Внимательно ознакомиться с его техническим описанием. Особое внимание следует обращать на слова «типовое» или «гарантируемое» рядом со значением параметра, которые могут указывать на необходимость

более подробного изучения этой характеристики.

- Выбирать надежное реле с длительным сроком службы (количеством коммутационных циклов без ухудшения эксплуатационных характеристик).
- Определить реальную стоимость владения реле с учетом указанного срока службы. Отметим, что замена реле в системе тестирования может быть связана с большими затратами. При выборе одностабильного реле также рекомендуется учитывать энергопотребление.
- Выбирать реле с возможностью эффективного удаления загрязнений с поверхностей контактов и, следовательно, с уменьшенными вносимыми потерями (рис. 1).

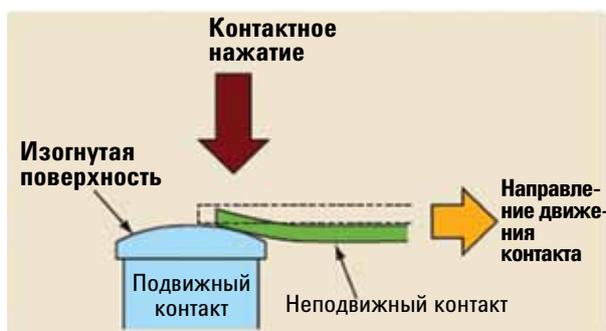


Рис. 1. В электромеханическом реле Keysight используется запатентованная конструкция с изогнутым подвижным контактом, который при замыкании трется о криволинейную поверхность неподвижного контакта. За счет этого трения контакты самозачищаются. Это обеспечивает стабильность вносимых потерь, составляющих 0,03 дБ в течение всего срока службы реле Keysight, что гарантирует воспроизводимость результатов измерений.

**Принадлежность для тестирования:**  
Ступенчатый аттенюатор

**Применение:**  
Точное ослабление уровня сигнала

Регулируемый ступенчатый аттенюатор позволяет точно устанавливать уровень, не внося нелинейных искажений в исходный сигнал. В качестве примера рассмотрим использование внешнего аттенюатора и направленного ответвителя в обычной схеме тестирования чувствительности мобильного приемника. Тест заключается в измерении мощности принимаемого радиосигнала в режиме реального времени. В такой схеме можно один раз выполнить калибровку мощности, после чего поддерживать один и тот же выходной уровень источника. При этом пользователю не нужно будет решать вопросы, связанные с нестабильностью и нелинейностью. Вместо этого он будет получать точный и калиброванный ослабленный сигнал.

**Принадлежность для тестирования:**  
Ограничитель мощности

**Применение:**  
Защита инвестиций

Ограничители мощности с функцией подавления электростатических разрядов повышают эффективность инвестиций в систему тестирования за счет предотвращения высоких затрат на ремонт и значительного сокращения простоев, вызванных неисправностью или выходом из строя неправильно используемых приборов или компонентов (рис. 2).



Рис. 2. Типичное использование ограничителя мощности для защиты ВЧ прибора. Вход анализатора спектра защищен от непреднамеренной перегрузки при поступлении сигналов высокого уровня от антенны.

**Принадлежность для тестирования:**  
Активный ВЧ пробник

**Применение:**  
Оптимизация проектирования ВЧ схем Активный дифференциальный ВЧ пробник позволяет разработчикам оптимизировать и исправлять проектируемые схемы. С помощью этого пробника можно измерять гармоники, уровни мощности, частоту и модуляцию сигналов в процессе проектирования схем, чтобы находить неисправные или

проблемные участки (рис. 3). При использовании анализаторов сигналов или спектра с широким динамическим диапазоном, высокая чувствительность пробника, отличающегося малыми вносимыми искажениями, позволяет обнаруживать сигналы очень низкого уровня. Пробник также можно использовать с анализатором источников сигналов для измерения фазового шума и джиттера синхросигнала при проектировании высокоскоростных широкополосных ИС.



Рис. 3. Активный дифференциальный ВЧ пробник можно использовать для поиска неисправностей в ВЧ и СВЧ схемах. Такое решение позволяет повысить точность измерений за счет увеличения динамического диапазона прибора.

**Принадлежность для тестирования:**  
ВЧ детектор

**Применение:**  
Измерение мощности

ВЧ детектор – идеальный инструмент для измерения мощности. В качестве примера рассмотрим блок-схему измерения мощности, показанную на рис. 4. Для измерения абсолютной мощности строится передаточная характеристика детектора с

использованием датчика мощности, измерителя мощности и прецизионного источника опорного сигнала. Детектор соединен с источником, частота и уровень выходного сигнала которого изменяются в представляющих интерес диапазонах. Выходное напряжение детектора измеряется и регистрируется. На основе измеренных значений строится кривая зависимости выходного напряжения от входного. Эта кривая используется для вычисления мощности.



Рис. 4. Простая блок-схема измерения мощности. Предложенный метод измерения мощности может быть также использован за пределами квадратичной области характеристики детектора, поскольку изменения этой характеристики повторяются и прогнозируются для детекторных диодов каждого типа. Компенсация любых нелинейностей выполняется под управлением компьютера.

#### Основные результаты

Применение низкокачественных ВЧ и СВЧ принадлежностей для тестирования приводит к снижению эффективности и надежности измерительных систем. Правильно выбрав принадлежности, вы сможете оптимизировать измерительную систему и минимизировать погрешность измерения. Использование высококачественных принадлежностей также обеспечит защиту инвестиций в дорогое контрольно-измерительное оборудование. Поэтому такие принадлежности следует покупать у надежного и проверенного поставщика. Принадлежности

должны быть не только долговечными, они также должны требовать минимального технического обслуживания в течение всего срока службы. Принадлежности для тестирования следует выбирать в соответствии с их планируемыми применением. Следуя этим рекомендациям, инженеры могут упростить измерительные схемы и эффективно использовать возможности контрольно-измерительного оборудования для достижения максимально качественных результатов измерений.

 myKeysight [www.keysight.com/find/mykeysight](http://www.keysight.com/find/mykeysight)  
Персонализированное представление наиболее важной для Вас информации.

 AXIe [www.axiestandard.org](http://www.axiestandard.org) AXIe представляет собой открытый стандарт, основанный на AdvancedTCA, с расширениями для контрольно-измерительных приложений. Компания Keysight входит в число основателей консорциума AXIe.

 LXI [www.lxistandard.org](http://www.lxistandard.org)  
LXI представляет собой сетевой интерфейс, пришедший на смену интерфейсу GPIB и обеспечивающий более быстрый и эффективный обмен данными. Компания Keysight входит в число основателей консорциума LXI.

 PXI <http://www.pxisa.org> PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) – это формат модульного высокопроизводительного вычислительного и контрольно-измерительного оборудования, предназначенного для работы в жестких производственных условиях.

 3 ГАРАНТИЯ  
Трехлетняя гарантия [www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty](http://www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty) Keysight обеспечивает высочайшее качество продукции и снижение общей стоимости владения. Единственный производитель контрольно-измерительного оборудования, который предлагает стандартную трехлетнюю гарантию на все свое оборудование.

 5 ГАРАНТИЯ  
Планы Технической Поддержки Keysight [www.keysight.com/find/AssurancePlans](http://www.keysight.com/find/AssurancePlans)  
До пяти лет поддержки без непредвиденных расходов гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.

 DEKRA Certified ISO 9001:2008 [www.keysight.com/quality](http://www.keysight.com/quality)  
Система управления качеством Keysight Electronic Measurement Group сертифицирована DEKRA по ISO 9001:2008

Торговые партнеры компании Keysight [www.keysight.com/find/channelpartners](http://www.keysight.com/find/channelpartners)  
Получите двойную выгоду: богатый опыт и широкий выбор продуктов Keysight в сочетании с удобствами, предлагаемыми торговыми партнерами.

Каталог: [www.keysight.com/find/mtacatalog](http://www.keysight.com/find/mtacatalog)  
[www.keysight.com/find/ad](http://www.keysight.com/find/ad)

Российское отделение

### Keysight Technologies

115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973954

8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902

e-mail: [tmo\\_russia@keysight.com](mailto:tmo_russia@keysight.com)

[www.keysight.ru](http://www.keysight.ru)

Сервисный Центр

Keysight Technologies в России

115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973930

Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: [tmo\\_russia@keysight.com](mailto:tmo_russia@keysight.com)

(BP-07-10-14)